

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Februar 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/08219 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 23/13**

**FÜR LEISTUNGSHALBLEITER MBH & CO.  
KG** [DE/DE]; Max-Planck-Strasse 5, D-59581  
Warstein-Belecke (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02354

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Juli 2000 (19.07.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LODDENKÖTTER,  
Manfred** [DE/DE]; An der Zechenbahn 10B, D-49477  
Ibbenbüren (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) **Anwalt: WESTPHAL, MUSSGNUG & PARTNER;**  
Mozartstrasse 8, 80336 München (DE).

(30) Angaben zur Priorität:  
199 34 729.8 23. Juli 1999 (23.07.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

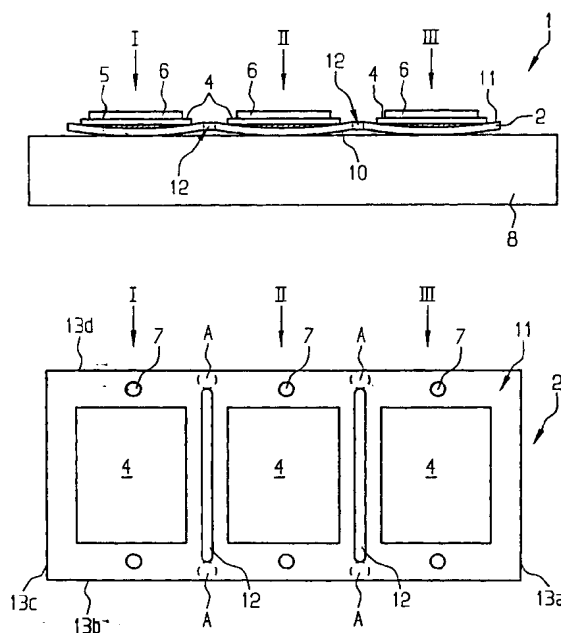
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **EUPEC EUROPÄISCHE GESELLSCHAFT**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR MODULE

(54) Bezeichnung: HALBLEITERMODUL



(57) **Abstract:** The invention relates to semiconductor modules (1) consisting of a metal support plate (2), a cooling body (8), at least one ceramic substrate (4) and several semiconductor components (6). Mechanical tensions between the ceramic substrates and the metal support plate during assembly on the cooling body are substantially reduced with the insertion of defined elastic points by making recesses in the metal support plate (2) with the purpose of forming small segments. This makes it possible to use large metal support plates having a small thickness.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/08219 A1



**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft Halbleitermodule (1), die aus einer Metallträgerplatte (2), einem Kühlkörper (8), zumindest einem Keramiksubstrat (4) sowie mehreren Halbleiterbauelementen (6) bestehen. Durch Einführung von definierten elastischen Stellen, mittels Einbringen von **Ausnehmungen** in der Metallträgerplatte (2) zur Bildung von kleinen Segmenten werden die mechanischen Spannungen zwischen den Keramiksubstraten und der Metallträgerplatte bei der Montage auf den Kühlkörper wesentlich verringert. Somit ist die Verwendung von großen Metallträgerplatten bei einer geringen Dicke der Metallträgerplatte möglich.

## Beschreibung

## Halbleitermodul

5 Die Erfindung betrifft ein Halbleitermodul bestehend aus einer Metallträgerplatte mit einer oberen Oberfläche und einer unteren Oberfläche, einem Kühlkörper, auf dem die Metallträgerplatte über ihre untere Oberfläche befestigt ist, zumindest einem wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Substrat, das auf die obere Oberfläche der Metallträgerplatte befestigt ist, sowie mehreren Halbleiterbauelementen, die auf das Substrat aufgebracht sind.

Solche Halbleitermodule sind allgemein bekannt.

15 Um Halbleitermodule vor Zerstörung durch entstehende Verlustwärme zu schützen, ist ein guter wärmeleitfähiger Kontakt der Metallträgerplatten zu den Kühlkörpern erforderlich.

Typischerweise ist die Metallträgerplatte des Halbleitermoduls bezogen auf die ebene Oberfläche des Kühlkörpers als konvex gewölbte Fläche -vorzugsweise als Kugeloberfläche- ausgebildet, so daß bei seitlicher Fixierung der Metallträgerplatte auf den betreffenden Kühlkörper die Metallträgerplatte unter mechanischer Spannung an den Kühlkörper angepreßt und fixiert wird. Zur Reduzierung des Übergangswärmerstandes zwischen der Metallträgerplatte und dem Kühlkörper hat sich diese konvexe Ausbildung der Metallträgerplatte als vorteilhaft erwiesen. Ein bekanntes Verfahren zur konvexen Verformung der Metallträgerplatte ist z.B. in der

20  
25  
30 DE 39 40 933 A1 beschrieben

Bei Modulen mit größeren Grundflächen entstehen aber mechanische Spannungen zwischen dem Keramiksubstrat und der Metallträgerplatte bei der Montage auf den ebenen Kühlkörper, die schlimmstenfalls zur Zerstörung der Keramiksubstrate führen.

35

Die Ursache dieser negativen mechanischen Spannungen bei der Montage auf den ebenen Kühlkörper liegt an den stark unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen den verwendeten Metallträgerplatten und den verwendeten Keramiksubstraten. Insbesondere sind die Wärmeausdehnungskoeffizienten von Metallen und Keramik sehr unterschiedlich, so daß die beim Verlöten der Keramiksubstrate mit den Metallträgerplatten auftretende Wärme dazu führt, daß sich die Keramik und die Metallträgerplatte unterschiedlich stark ausdehnen.

Die Folge ist, daß nach Abkühlung der Anordnung nicht mehr eine planparallele, sondern eine, auf die Lage der Keramiksubstrate bezogen, konkav gekrümmte Metallträgerplatte vorliegt. Das bedeutet, daß ein guter Kontakt der Metallträgerplatte zum Kühlkörper nur noch an den seitlichen Flächen der Anordnung gewährleistet ist, der Mittelteil jedoch keinen oder nur schlechten Kontakt aufweist, so daß die Wärmeableitung unbefriedigend ist.

Es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, daß sich Metallträgerplatten aus Kupfer mit einer Grundfläche von bis zu 60 x 120 mm bei einer Dicke von 3 mm noch formen lassen. In der Metallträgerplatte gewünschte Konturen und Ausnehmungen werden gestanzt. Konvexe Oberflächenprofile werden durch Biegegesenke hergestellt.

Größere Metallträgerplatten müssen bereits spannungsbearbeitet werden. Die äußere Kontur wird gefräßt, während die Bohrungen zur Befestigung der Metallträgerplatte mit dem Kühlkörper gebohrt werden. Konvexe Oberflächenprofile werden in der Regel gedreht. Dieses aufwendige Bearbeitungsverfahren ermöglicht Metallträgerplatten mit typischen Abmaßen von ca. 140 x 190 mm. Die Dicke der Metallträgerplatte beträgt dann bereits 5 mm, wodurch die Materialkosten stark ansteigen. Zudem werden die mechanischen Spannungen zwischen der Metallträgerplatte und dem Kühlkörper mit zunehmender Größe der Metallträgerplatte immer größer.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Halbleitermodul der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß auch bei Modulen mit großen Grundflächen eine einfache Löt-  
montage möglich ist, wobei ein einwandfreier thermischer Kon-  
takt zwischen der Metallträgerplatte und dem Kühlkörper ge-  
währleistet bleibt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Halbleitermodul  
der eingangs genannten Art gelöst, welches dadurch gekenn-  
zeichnet ist, daß in die Metallträgerplatte eine oder mehrere  
Ausnehmungen eingebracht sind.

Durch die Einführung von solchen Ausnehmungen, d.h. von defi-  
nierten elastischen Stellen, in die Metallträgerplatte werden  
die mechanischen Spannungen zwischen dem Keramiksubstrat und  
der Metallträgerplatte bei der Montage auf den Kühlkörper  
drastisch verringert. Insbesondere können die durch die Aus-  
nehmungen gebildeten Segmente einzeln konvex verformt werden,  
so daß keine Gefahr besteht, daß die in den Modulen befindli-  
chen Keramiksubstrate durch unterschiedliche Wärmeausdeh-  
nungskoeffizienten zerstört werden. Dadurch ist die Fertigung  
von Halbleitermodulen möglich, die einen sehr günstigen Über-  
gangswärmewiderstandes aufweisen. Zudem kann durch eine ent-  
sprechende Anzahl an Ausnehmungen die Größe der Segmente be-  
stimmt werden, so daß die Größe der Metallträgerplatte prin-  
zipiell beliebig groß gestaltet werden kann. Ein weiterer  
Vorteil der Erfindung besteht in kostengünstigen Fertigungs-  
prozessen und Materialien.

In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind meh-  
rere Substrate, die vorzugsweise beidseitig metallisiert  
sind, um einerseits die Montage auf die Metallträgerplatte zu  
erleichtern und andererseits die Halbleiterbauelemente struk-  
turiert aufbringen zu können, auf die obere Oberfläche der  
Metallträgerplatte befestigt.

Die Befestigung erfolgt dabei vorzugsweise über eine Weichlotschicht. Wegen der Beziehung  $\Delta X = \Delta \alpha \times \Delta T \times l$ , bei der  $\Delta X$  die Differenz der linearen Ausdehnung und  $\Delta \alpha$  die Differenz der linearen Ausdehnungskoeffizienten von Keramiksubstrat und Metallträgerplatte bezeichnet, sowie  $\Delta T$  die Temperaturdifferenz der Anordnung zwischen Schmelztemperatur des Lots und der Raumtemperatur und  $l$  die Länge des aufzubringenden Keramiksubstrats, folgt, daß ein günstiges Verfahren zur Vermeidung von unerwünschten Trägerplattenverformungen darin besteht,  $\Delta X$  und damit also die Parameter  $\Delta \alpha$ ,  $\Delta T$  und  $l$  möglichst zu verkleinern.  $\Delta \alpha$  ist allein materialabhängig und somit nicht variabel, wenn Metallträgerplatten und Keramiksubstrate verwendet werden. Um die Differenz der Temperaturen während des Lötvorgangs und nach Abkühlung der Anordnung möglichst klein zu halten, muß ein Lot verwendet werden, das eine niedrige Schmelztemperatur besitzt, andererseits jedoch nicht derart niedrig, daß die später bei Betrieb des Halbleitermoduls auftretende Verlustwärme das Lot zum Schmelzen bringt. Es sind Schmelztemperaturen von ca. 180°C üblich. Diese Maßnahme reicht jedoch nicht mehr aus, wenn größere Keramiksubstrate verwendet werden sollen, da die Keramiksubstratlängen  $l$  ebenfalls proportional in die Beziehung für die Differenz der linearen Ausdehnung zweier unterschiedlicher Werkstoffe eingeht. Daher ist es sehr günstig, statt eines einzelnen großen Keramiksubstrats mehrere kleinere Keramiksubstrate zu verwenden, um so die Länge  $l$  wunschgemäß zu dimensionieren. Die Größe der Keramiksubstrate ist vorteilhafterweise an die Größe bzw. Form der durch die Ausnehmung gebildeten Segmente angepaßt.

Typischerweise sind dann zwischen den einzelnen Keramiksubstraten Lücken vorgesehen. Es ist jedoch auch denkbar, daß die einzelnen Keramiksubstrate Stoß an Stoß auf die Metallträgerplatte aufgelötet werden.

Wie eingangs erwähnt, hat es sich als besonders günstig erwiesen, die untere Oberfläche, d.h. die durch die Ausnehmung

gen gebildeten Segmente der Metallträgerplatte konvex auszubilden, insbesondere so konvex auszubilden, daß in Längs- und Querrichtung die untere Oberfläche der Metallträgerplatte einer Kugeloberfläche entspricht. Die Verformung der Oberfläche  
5 kann für jedes Segment einzeln durch das eingangs genannte Verfahren hergestellt werden. Die Verformung ist jedoch nicht zwingend notwendig. Es ist - abhängig von der Größe der Segmente - auch denkbar, daß die „Einzelplatten“ sich durch den Lötprozeß des Keramiksubstrats mittig ohne Beeinflussung benachbarter „Einzelplatten“ verformen. Die Segmente sind vor-  
10 teilhafterweise fertigungstechnisch wie kleine Metallträgerplatten beherrschbar.

Es ist auch denkbar, die untere Oberfläche der Metallträgerplatte konkav auszubilden und in die Kavität zwischen der unteren Oberfläche der Metallträgerplatte und dem Kühlkörper eine Wärmeleitpaste einzufügen. Durch die Einbringung von Ausnehmungen kann die Kavität soweit erniedrigt werden, daß trotz der Kavität und der Wärmeleitpaste immer noch ein befriedigender Übergangswärmewiderstandes erzielt werden kann.  
15  
20

In einer Weiterentwicklung der vorliegenden Erfindung werden die Sollbiegestellen in den den Lücken entsprechenden Bereichen und/oder in den in etwa unter den Rändern der Substrate liegenden Bereichen der Oberflächen eingebracht.  
25

Zweckmäßigerweise werden die Ausnehmungen als längliche Schlitzte vorgesehen, die dann in Längsrichtung, in Querrichtung oder in Längsrichtung und Querrichtung zugleich in die Oberfläche der Metallträgerplatten eingebracht werden. Wenigstens einige der Ausnehmungen enden vorteilhafterweise benachbart den Rändern der Metallträgerplatte. Somit können dort definierte elastische Stellen in der Metallträgerplatte entstehen. Wesentlich ist, daß die Metallträgerplatten so präpariert werden, daß ihre Biegesteifigkeit herabgesetzt wird.  
30  
35

Der Ausgestaltung der Segmente angepaßt sind die Anordnungen der Bohrungen in der Metallträgerplatte zur Befestigung auf dem Kühlkörper. Vorteilhafterweise ist jeweils eine Schraube benachbart zu gegenüberliegenden Rändern der Metallträgerplatte zwischen zwei Ausnehmungen und/oder zwischen einer Ausnehmung und dem benachbarten, parallel verlaufenden Rand vorgesehen.

Die Erfindung ist in der Zeichnung beispielsweise veranschaulicht und im nachstehenden im einzelnen anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 in schematischer Darstellung einen Schnitt durch ein Halbleitermodul gemäß der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 eine Draufsicht auf das Halbleitermodul gemäß Figur 1,

Figur 3 eine Draufsicht auf ein alternatives Halbleitermodul und

Figur 4 eine Draufsicht auf ein weiteres Halbleitermodul.

Der in Figur 1 dargestellte prinzipielle Aufbau eines Halbleitermoduls 1 besteht aus einer Metallträgerplatte 2 aus Kupfer, dreier mittels Weichlotschicht aufgebrachten Substraten 4 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramik, auf denen, mittels einer weiteren Lotschicht 5, die eigentlichen Halbleiterbauelemente 6 befestigt sind. Die Metallträgerplatte 2 ist mittels zweier (strichliert dargestellter) Ausnehmungen 12 in drei Segmente I, II, III unterteilt. Jedes Segment I, II, III trägt im vorliegenden Beispiel ein Substrat 4.

Die Metallträgerplatte 2 weist eine obere Oberfläche 11 und eine untere Oberfläche 10 auf. Die Metallträgerplatte 2 liegt mit ihrer unteren Oberfläche 10 auf einem Kühlkörper 8 auf und wird über Schrauben (nicht dargestellt) auf dem Kühlkörper



per 8 aufgeschraubt. Jedes Segment I, II, III der Metallträgerplatte 2 hat eine bezüglich des Kühlkörpers 8 konvex ausgebildete untere Oberfläche 10. Auf der oberen Oberfläche 11 befinden sich die drei thermisch gut leitende, elektrisch  
5 isolierende Substrate 4, zwischen denen Lücken 13 sind. Die Substrate 4 werden mit der oberen Oberfläche 11 der Metallträgerplatte 2 durch eine Weichlotschicht 3 verbunden. Auf der Oberseite des Substrats 6 sind wiederum über Weichlotschichten 5 Halbleiterbauelemente 6 befestigt. Diese können  
10 mit Gehäuseanschlüssen (nicht gezeigt) verbunden werden. Die Oberseiten der Halbleiterbauelemente 6 sind typischerweise über Bondverbindungen miteinander verbunden (nicht gezeigt).

Diese Ausnehmungen verlaufen quer zur Längsrichtung der Metallträgerplatte 2 in den den Lücken 13 entsprechenden Bereichen 14 der unteren Oberfläche 11 des Substrats 4, was aus  
15 der Figur 2 zu ersehen ist. Es ist jedoch auch denkbar, eine oder mehrere Ausnehmungen in Längsrichtung der Metallträgerplatte 2 anzuordnen (Figur 3).

20 Durch Einführung der Ausnehmungen 12 in der Metallträgerplatte 2 werden die mechanischen Spannungen zwischen den Keramiksubstraten 4 und der Metallträgerplatte 2 bei den Montage auf den Kühlkörper 8 wesentlich verringert. Gleichzeitig  
25 sind gute thermische Eigenschaften gewährleistet. Insbesondere ist hervorzuheben, daß die Ausnehmungen überschüssige Wärmeleitpaste aufnehmen können, so daß eine weitere Verbesserung des Übergangswärme-  
widerstandes erreicht werden kann. Als weiterer wesentlicher Vorteil kann durch eine entsprechende Anzahl und Größe an Ausnehmungen die Metallträger-  
30 platte prinzipiell beliebig groß gestaltet werden, ohne daß mechanische Spannungen auftreten können. Weiterhin kann die Dicke - unabhängig von der Größe - der Metallträgerplatte gering (z.B. 3 mm) gewählt werden, da auf eine spannende Bearbeitung zur Herstellung der konvexen Oberfläche verzichtet  
35 werden kann. Es ist somit gegenüber dem Stand der Technik bei einer großen Metallträgerplatte eine erhebliche Material- und

Kosteneinsparung möglich, da sich die Metallträgerplatte mit gängigen Fertigungsverfahren für Großserien, z. B. durch Stanzen und Verformen herstellen läßt.

- 5 Weist ein Segment der Metallträgerplatte 2 eine wesentlich größere Länge als Breite auf, so genügt unter Umständen eine konvexe Verformung in der Längsrichtung nicht. Bei Segmenten, deren Querabmessungen recht groß sind und z.B. in der Größe der Querabmessungen liegen, ist eine konvexe Verformung so-  
10 wohl in Längs- als auch in Querrichtung sehr vorteilhaft. Ein Segment weist in diesem Fall typischerweise die Form einer Kugelkalotte auf.

Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf das erfindungsgemäße Halb-  
15 leitermodul gemäß Figur 1. Insbesondere ist die Anordnung der Substrate 4, der Ausnehmungen 12 sowie der Bohrungen 7 in einer vorteilhaften Form dargestellt. Die Ausnehmungen 12 unterteilen die Fläche der Metallträgerplatte 2 in drei in etwa gleich große Segmente I, II, III. Jedes Segment weist zwei  
20 benachbart den Rändern 13b, 13d liegende Bohrungen 7 auf. Die Bohrungen 7 sind vorteilhafterweise mittig im jeweiligen Segment bezüglich des Segmentrandes angeordnet. In der vorliegenden Draufsicht beinhaltet jedes Segment nur ein Substrat 4. Es ist jedoch auch denkbar, daß ein Segment mehrere Sub-  
25 strate aufnimmt.

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Draufsicht auf das erfindungsgemäße Halbleitermodul. In der vorliegenden Figur sind 7 Ausnehmungen 12 vorgesehen, die die  
30 Fläche der Metallträgerplatte 2 in sechs etwa gleich große Segmente I ... VI unterteilen. Die Ausnehmungen 12 sind als längliche Schlitzte ausgeführt, die in Längs- und Querrichtung, d. h. in etwa parallel zu den Rändern der Metallträgerplatte eingebracht sind. Die Ausnehmungen enden benachbart  
35 den Rändern 13a ... 13d. Somit entstehen entlang den Rändern definierte elastische Stellen A. Derartige elastische Stellen B sind ebenfalls im Inneren der Metallträgerplatte 2 durch

den Schnittpunkt der gedachten Verlängerungen der Ausnehmungen 12 gebildet. Die Anordnung der Bohrungen 7 ist entsprechend Figur 2 gewählt.

- 5 Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, in dem die Bohrungen 7 benachbart den Eckpunkten der Keramik plaziert sind. Somit können in den jeweiligen Segmenten gegenüber Figur 3 größere Substrate verwendet werden, ohne die äußeren Abmaße der Metallträgerplatte zu verändern. In der vorliegen-
- 10 den Figur sind acht Bohrungen vorgesehen, wobei in jedem Segment drei Substrate aufgebracht sind.

In einem praktischen Ausführungsbeispiel hat die Metallträgerplatte 2 eine Länge von 162 mm und eine Breite von 122 mm.

15 Ihre Dicke beträgt 3 mm. Typischerweise verlaufen dann zwei Ausnehmungen in einem Abstand von 54 mm zueinander symmetrisch auf der unteren Oberfläche der Metallträgerplatte in Querrichtung. Die Ausnehmungen enden wenige Millimeter vor den jeweiligen Rändern der Metallträgerplatte.

20

Eine solche Metallträgerplatte wird dann beispielsweise durch sechs Schrauben auf dem Kühlkörper befestigt.

Die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele werden üb-

25 licherweise in einem Kunststoffgehäuse verwendet. Dieses wird mit einer Vergußmasse gefüllt, um eine mechanische Stabilität von Bondverbindungen der Halbleiterbauelemente zu gewährleisten und die Isolationsfähigkeit zu erhöhen. Um ein Auslaufen der Vergußmasse über die Ausnehmungen zu verhindern, ist der

30 Kunststoffrahmen vorteilhafterweise so ausgeführt, daß Verstrebungen (am Kunststoffrahmen) die Ausnehmungen bedecken.

## Patentansprüche

1. Halbleitermodul (1) bestehend aus einer Metallträgerplatte (2) mit einer oberen Oberfläche (11) und einer unteren Oberfläche (10), einem Kühlkörper (8) auf dem die Metallträgerplatte (2) über ihre untere Oberfläche (10) befestigt ist, zumindest einem wärmeleitenden und elektrisch isolierenden Substrat (4), das auf die obere Oberfläche (11) der Metallträgerplatte (2) befestigt ist, sowie mehreren Halbleiterbauelementen (6), die auf das Substrat (4) aufgebracht sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in die Metallträgerplatte (2) eine odere mehrere Ausnehmungen (12) eingebracht sind.
2. Halbleitermodul nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere Substrate (4) auf die obere Oberfläche (11) der Metallträgerplatte (2) befestigt sind.
3. Halbleitermodul nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen den Substraten (4) Lücken (13) vorgesehen sind.
4. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die untere Oberfläche (10) der Metallträgerplatte (2) jeweils an den Stellen der zu befestigenden Substrate (4) konvex ausgebildet ist.
5. Halbleitermodul nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Konvexität in Längs- und Querrichtung derart ausgebildet ist, daß sie einer Kugeloberfläche entspricht.
6. Halbleitermodul nach Anspruch 5,

11

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ausnehmungen (12) in den den Lücken (13) entsprechenden Bereichen (14) der unteren Oberfläche (10) eingebracht sind.

5 7. Halbleitermodul nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ausnehmungen (12) in den in etwa unter den Rändern (16) der Substrate (4) liegenden Bereichen der unteren Oberfläche (10) eingebracht sind.

10

8. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß wenigstens einige der Ausnehmungen (12) benachbart den Rändern der Metallträgerplatte (2) enden.

15

9. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Substrate (4) auf die Metallträgerplatte (2) über eine Weichlot-schicht (3) befestigt sind.

20

10. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Halbleiterbauelemente (6) über eine weitere Lotschicht (5) auf die Substrate (4) befestigt sind.

25

11. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Metallträgerplatte (2) auf den Kühlkörper (8) mit Schrauben (9) befestigt sind.

30

12. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß jeweils eine Schraube (9) benachbart zu gegenüberliegenden Rändern (13a, 13c; 13b, 13d) der Metallträgerplatte (2) zwischen zwei Ausnehmungen (12) und/oder zwischen einer Ausnehmung und dem benachbarten, in etwa parallel verlaufenden Rand vorgesehen ist.

35

13. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Sub-  
strate (4) Keramiksubstrate vorgesehen sind, insbesondere  
5  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - oder AlN-Substrate.

14. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Me-  
10 tallträgerplatte eine Kupferplatte vorgesehen ist.

1/2

FIG 1

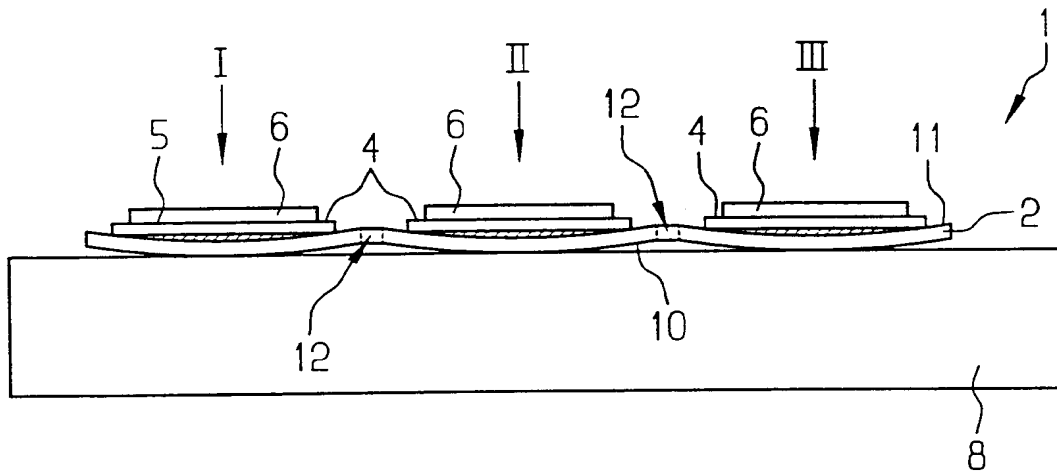


FIG 2

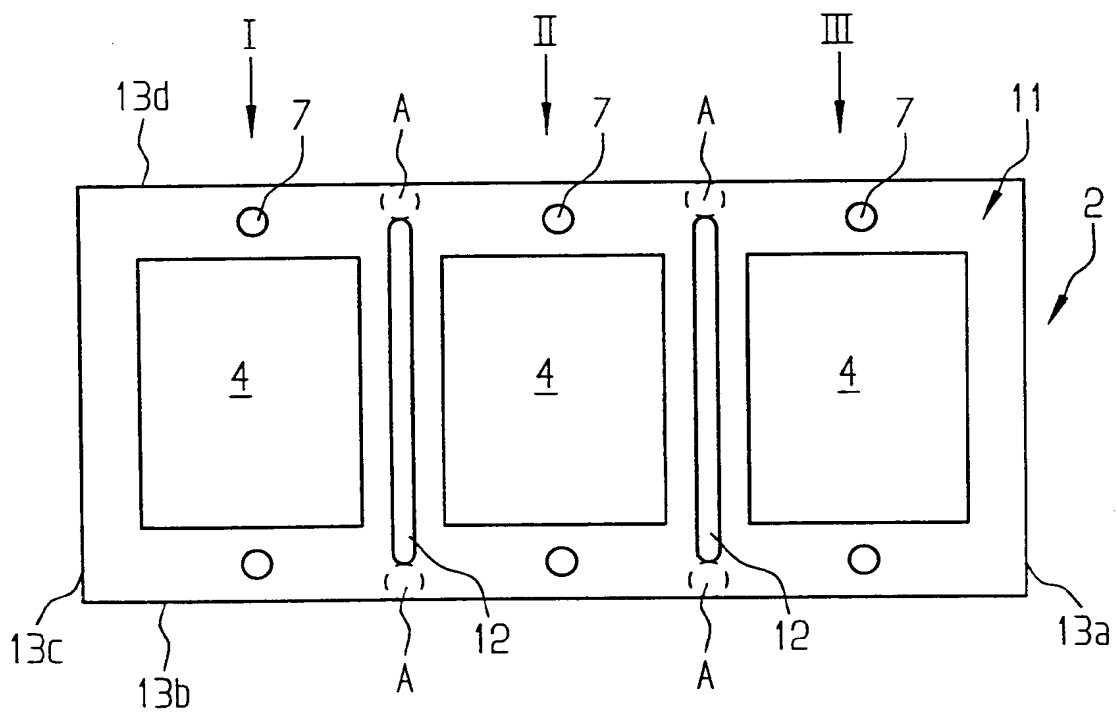


FIG 3

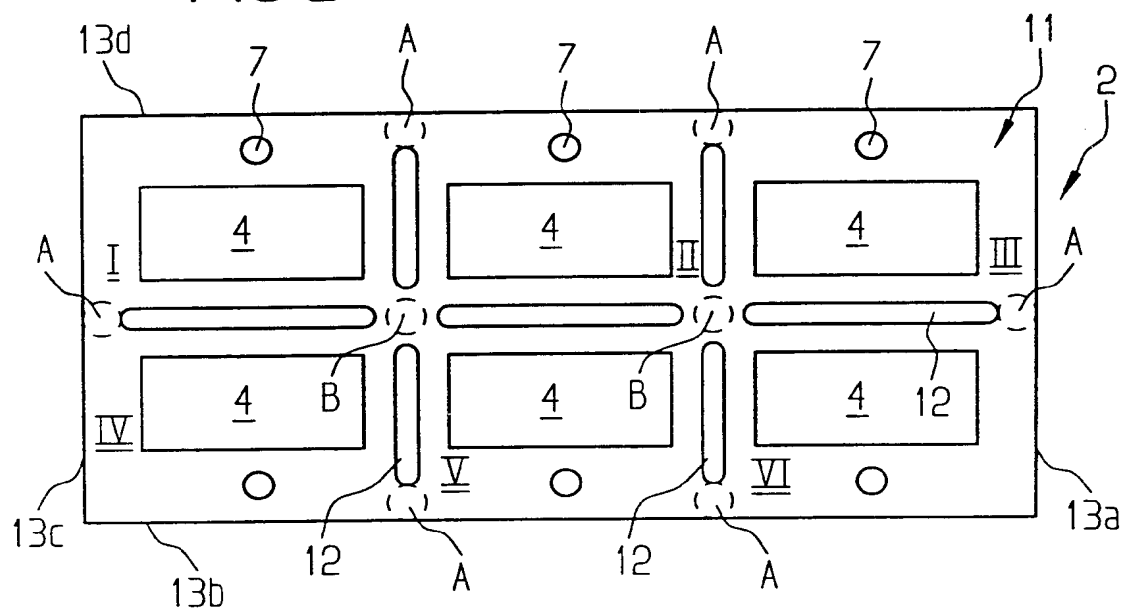
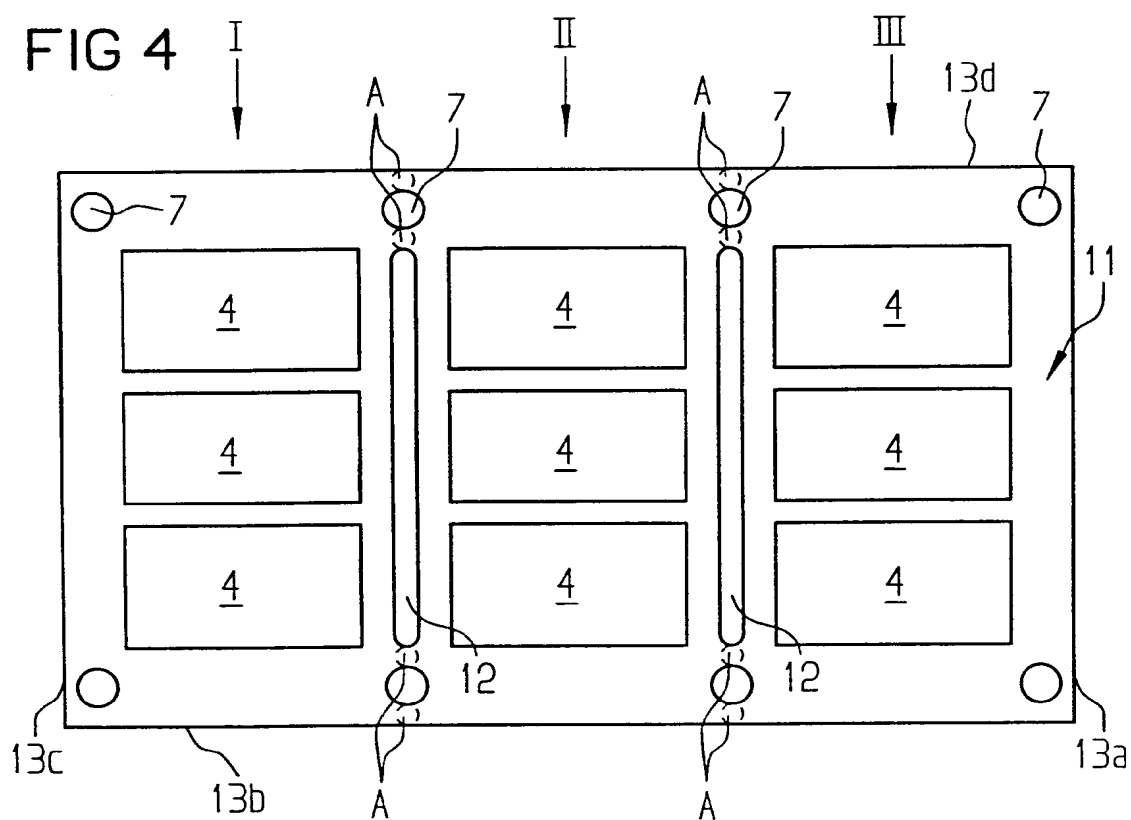


FIG 4





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02354

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L23/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 07 514 A (EUPEC GMBH & CO KG) 27 August 1998 (1998-08-27) column 3, line 15 - line 46; claim 12; figure 1	1-14
A	US 5 854 741 A (HEO YOUNG WOOK ET AL) 29 December 1998 (1998-12-29) column 2, line 4 - line 13 column 2, line 46 - line 56 column 4, line 4 - line 11 column 4, line 24 - line 28 figure 4A	1,7,8
A	US 5 652 185 A (LEE SHAW WEI) 29 July 1997 (1997-07-29) column 2, line 46 - line 51 column 4, line 3 - line 23; figure 3	1,7,8
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 October 2000

Date of mailing of the international search report

08/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ahlstedt, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02354

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 09 929 A (IXYS SEMICONDUCTOR GMBH) 18 September 1997 (1997-09-18) the whole document ---	4,5
A	US 5 508 560 A (KOEHLER WERNER ET AL) 16 April 1996 (1996-04-16) the whole document -----	4,5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02354

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19707514 A	27-08-1998	WO 9838678 A	03-09-1998
US 5854741 A	29-12-1998	KR 178255 B	20-03-1999
		JP 2929273 B	03-08-1999
		JP 10308467 A	17-11-1998
US 5652185 A	29-07-1997	NONE	
DE 19609929 A	18-09-1997	NONE	
US 5508560 A	16-04-1996	DE 4338107 C	09-03-1995
		DE 59406823 D	08-10-1998
		EP 0654820 A	24-05-1995
		JP 7183436 A	21-07-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02354

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L23/13

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 07 514 A (EUPEC GMBH & CO KG) 27. August 1998 (1998-08-27) Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 46; Anspruch 12; Abbildung 1	1-14
A	US 5 854 741 A (HEO YOUNG WOOK ET AL) 29. Dezember 1998 (1998-12-29) Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 13 Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 56 Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 11 Spalte 4, Zeile 24 - Zeile 28 Abbildung 4A	1,7,8
A	US 5 652 185 A (LEE SHAW WEI) 29. Juli 1997 (1997-07-29) Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 51 Spalte 4, Zeile 3 - Zeile 23; Abbildung 3	1,7,8
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ahlstedt, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internr: ales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02354

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 09 929 A (IXYS SEMICONDUCTOR GMBH) 18. September 1997 (1997-09-18) das ganze Dokument ---	4,5
A	US 5 508 560 A (KOEHLER WERNER ET AL) 16. April 1996 (1996-04-16) das ganze Dokument -----	4,5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 00/02354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19707514 A	27-08-1998	WO 9838678 A	03-09-1998
US 5854741 A	29-12-1998	KR 178255 B	20-03-1999
		JP 2929273 B	03-08-1999
		JP 10308467 A	17-11-1998
US 5652185 A	29-07-1997	KEINE	
DE 19609929 A	18-09-1997	KEINE	
US 5508560 A	16-04-1996	DE 4338107 C	09-03-1995
		DE 59406823 D	08-10-1998
		EP 0654820 A	24-05-1995
		JP 7183436 A	21-07-1995